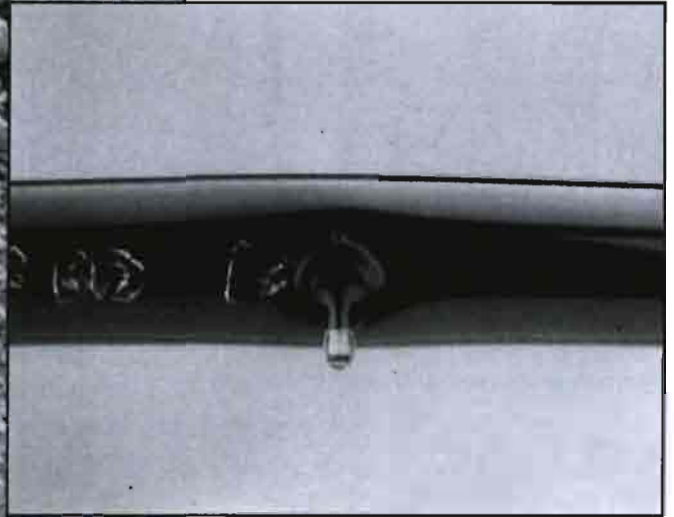


A la izquierda, imagen de un cultivo al aire libre regado con el sistema VIP, un gotero autocompensante y autolimpiante. Debajo, detalle del gotero.



trientes (1), así como por la propia escasez de agua en diferentes partes del mundo y el alto coste de energía para conseguirla.

La escasez cada vez mayor de agua está relacionada con la creciente demanda y la polución de los recursos hídricos y los suelos. Así, superficies considerables en la costa mediterránea de España, así como otras grandes áreas irrigadas en el mundo, están en peligro de salinización y su producción está bajando.

El riego con aguas residuales tratadas y a veces no tratadas debe ser un asunto muy preocupante. Existe contaminación constante de agua subterránea potable con nitratos, así como por agentes patógenos. Esta contaminación y el consecuente peligro para la salud pública no es sólo debido al uso de agua residual, sino también al uso intensivo de fertilizantes.

En Estados Unidos, como resultado de la gran inquietud pública generada por actividades agrícolas que contribuyen a la contaminación de los recursos hídricos y la iniciativa del presidente del WQI (Water Quality Iniciativ), el Departamento de Agricultura empezó a desarrollar un sistema de fertirrigación y manejo de agua de alta eficiencia que minimiza el movimiento de nitratos solubles debajo la zona radicular.

Regar a conciencia

*Riego por goteo subterráneo
para conservar los recursos hídricos
y preservar el medio ambiente*

Introducción

El riego, en general, es considerado últimamente como el «chico malo» que absorbe el 80-85% de los recursos hídricos de las regiones secas, causando problemas de salinización y otros desastres ambientales.

El riego por goteo es el primer método de irrigación que tiene el potencial de aumentar la producción y si-

multáneamente conserva el suelo y los recursos hídricos, contribuyendo así a preservar el medio ambiente.

El riego por goteo de diferentes cultivos está bien establecido en España y en el mundo occidental. El interés en este método vino motivado por la necesidad de incrementar la producción y al mismo tiempo realizar un aporte eficiente de agua y nu-

Este método de riego es conocido como Riego por Goteo Subterráneo de Alta Frecuencia.

La Irrigación por Goteo Subterráneo- IGS

La irrigación por goteo subterráneo (IGS) es un nuevo desarrollo del riego localizado, basado en la amplia experiencia y el excelente comportamiento del riego por goteo.

El IGS se hizo práctico con el mejor conocimiento de las relaciones suelo, agua, planta y fertilización, y con los últimos desarrollos en manejo de riego, que permiten un control perfecto sobre la fertilización aplicada en alta frecuencia.

IGS es diferente al riego por goteo superficial en los siguientes puntos: diseño, operación, características físicas, utilización de aguas residuales, salinidad, efecto sobre la nutrición y producción.

Diseño

El diseño de IGS es igual al superficial con dos pequeñas diferencias:

1.- Es imprescindible el uso de ventosas de doble efecto en todos los puntos altos del sistema, para prevenir succión y entrada del suelo al drenar la tubería, en especial en pendientes fuertes. A veces el suelo saturado próximo al gotero no permite la entrada de aire al lateral durante el drenaje. Así, se desarrolla vacío dentro del lateral que absorbe partículas del suelo vía gotero. Esta materia es depositada en el gotero y eventualmente en la parte baja del lateral.

Los factores que contribuyen a la entrada del suelo son : tipo de gotero, tipo de suelo, pendiente y longitud del lateral.

2.- IGS requiere lavados frecuentes. La instalación de tubos secundarios de lavado que conectan los finales de todos los laterales facilita la limpieza rápida de los mismos.

Operación

Todos los sistemas de riego por goteo deben ser operados en alta frecuencia de irrigación. En IGS, la alta frecuencia ayuda también a prevenir la intrusión de raíces y obturación de goteros. En Estados Unidos es común la inyección simultánea con el agua de ácido fosfórico para

**Cuadro 1:
Comparación cualitativa entre riego por goteo y riego por goteo subterráneo**

	Riego por goteo	Riego por goteo subterráneo
Volumen mojado del suelo	Pequeño	Grande
Cambio medio en el contenido de humedad	Grande	Pequeño
Evaporación superficial	Alta	Baja
Volumen total de transpiración	Pequeña	Grande
Eficiencia de riego	Baja	Alta

El riego por goteo subterráneo IGS es un nuevo desarrollo del riego localizado, basado en la amplia experiencia y el excelente comportamiento del sistema por goteo.

limpiar los goteros y prevenir la intrusión de raíces. En Israel, se usa la inyección de Treflan (Trifuralina) 2-3 veces al año.

Características físicas ventajosas de IGS

El volumen mojado del suelo con el mismo caudal y la misma cantidad de agua es esférico y más grande en irrigación IGS que en gotero superficial.

Según estudios de BEN ASHER (2), resumidos en el Cuadro 1, este volumen es esférico siempre y cuando el movimiento del agua dentro del suelo sea capilar.

En suelo limoso arcilloso, el volumen del bulbo húmedo esférico es un 46% más grande que el bulbo húmedo semiesférico del gotero superficial. La superficie mojada para uso de las raíces correspondiente al bulbo esférico es un 62% más grande que en gotero superficial (excluyendo agua en superficie).

Esta característica mejora el estado del agua de la planta porque maximiza la transpiración a base de minimizar la evaporación y aumenta la producción.

En estudios de Kalma (3) en una plantación de cítricos con una evapotranspiración de 5,7 mm (verano), la transpiración fue de 371 mm y la evaporación 146 mm (40% de la transpiración).

**Cuadro 2:
Efecto de la localización del gotero y concentración del fósforo en el agua aplicada.**

Profundidad de riego	Concentración PPM de P	Producción en Tm/1.000 m ²		
		Patata	Tomate	Maíz dulce
Superficie 0	0	6.05	14.4	22.0
	20	7.95	15.9	22.4
	40	6.95	15.3	23.1
	60	6.65	15.1	26.3
	MEDIA	6.90	15.2	23.5
Subterráneo 30	0	6.40	14.2	22.9
	20	8.35	17.8	24.3
	40	7.65	15.9	25.0
	60	6.95	16.6	28.8
	MEDIA	7.4	16.1	25.2

EN MANOS DE PROFESIONALES

Cuando se trata de plantas de
fresa cuente con Viveros
California.

Porque nuestros 30 años de
experiencia nos permiten
ofrecerle las mejores variedades
Americanas y Europeas de
nuestros viveros de altura.

Por algo fuimos los pioneros en
viveros de fresa.

**VIVEROS
CALIFORNIA**

Paseo de las Delicias, 5
Tels.: +34-5- 421 35 02/ 05

+34-83- 79 13 11

Telefax; +34-5 422 23 46
41 001 SEVILLA

Plásticos ODENA

División Horticultura

ESPECIALIDAD EN MACETAS
Y CONTENEDORES DE PLÁSTICO

Polígono Industrial - Torrent d'en Ramassa - nau 21
Tel.: (93) 849 67 05 / 849 68 55 - Fax: (93) 849 68 11

P.O. Box. 131 (08400 Granollers)

08520 LES FRANQUESES DEL VALLES (Barcelona)

ACRONIC 5000 Y 6000

CONTROLADORES
DE FERTIRRIGACION

LOS MEJORES EQUIPOS
ELECTRONICOS PARA
EL CONTROL TOTAL
DE LA FERTIRRIGACION.
EN FUNCION DE LA
CONDUCTIVIDAD, pH,
RADIACION SOLAR,
EVAPORACION, ETC.

PROGRES
La electrónica
al servicio de
la agricultura

¡SOLICITE
INFORMACION!

SISTEMAS ELECTRONICOS
PROGRES S.A.
Paseo Canal 23 - Tel: 973 22 11 28 - Fax 33 72 81
35258 BELLPUIG (Lleida)

JISA®
JILOCA
INDUSTRIAL, S.A.

Estamos por la labor.

OFICINA COMERCIAL:
Cronista Carreres, 9, 6º H
Tel: (96) 351 79 01
Fax: (96) 351 79 01
46003 VALENCIA



FABRICA:
Antigua Azucarera, s/n
Tel: (978) 86 00 11
Fax: (978) 86 00 30
44360 SANTA EULALIA (Teruel)

FULVIN® 40-22
Enmienda orgánica húmica líquida

Otros productos JISA: HUMIVITA - HUMILIG - LIBAMIN - JISAQUEL - KITASAL - JISAMAR - TARSSAN

Riego por goteo subterráneo en España

Phene (4), usó un lisímetro de báscula para medir la evapotranspiración del cultivo de tomate irrigado con IGS en alta frecuencia.

Los resultados demostraron un flujo neto de agua y sales hacia arriba. Así, en IGS con alta frecuencia, se pueden prevenir o controlar pérdidas por percolación profunda y movimiento de $\text{NO}_3\text{-N}$ hacia el agua subterránea.

El uso de IGS con agua residual

La posibilidad de minimizar la polución con $\text{NO}_3\text{-N}$ y controlar su movimiento hacia el agua subterránea, aumenta el potencial del sistema IGS desde el punto de vista económico usando agua residual con prudencia.

Los cultivos en riego por goteo tienen restringido el volumen de raíces en el suelo y la reserva de agua y nutrientes es pequeña. Para mantener una absorción óptima de nutrientes para la planta, la concentración de nutrientes en la solución del suelo utilizando riego por goteo tiene que ser mayor a la que utilizan otras tecnologías de irrigación

El simple hecho de que el agua residual no mancha la superficie del suelo es otro factor de seguridad. Para el uso de material potencialmente peligroso en lugares donde la irrigación dura todo el año, no existe la necesidad de almacenamiento de agua, pero donde no riegan en invierno, y por lo tanto no usan el agua residual, es necesaria la construcción de balsas.

Salinidad

En el sistema IGS, durante el año se puede acumular salinidad encima de la línea. En caso de lluvia, es aconsejable poner el sistema en funcionamiento para que la salinidad

En 1991, IRRIMON, S.A. del Grupo Mondragón, desarrolló el sistema de riego por goteo subterráneo, basado en la utilización enterrada de emisores VIP montados en tuberías normalizadas. La utilización subterránea de estos emisores es posible por las características de emisor.

En paralelo, se desarrolló la primera máquina para instalar sistemas VIP subterráneos en el campo.

Estudios técnicos del movimiento de agua del gotero en el suelo y el funcionamiento del sistema metido en la zona radicular de las raíces empezaron el mismo año. Se construyó una pared que incluyó ventanas transparentes cubiertas. Un cultivo de césped de alta densidad fue implantado para este estudio, utilizándose Treflan para prevenir la entrada de raíces al gotero.

Tras una primera experiencia de 3 años, el césped mantuvo su color verde característico, demostrándose que el funcionamiento del sistema fue perfecto. Con estos resultados positivos del uso del gotero VIP, y con el conoci-

miento de los estudios de otros países, IRRIMON, comenzó a instalar sistemas subterráneos en toda España.

En la primavera de 1994, la empresa IRRIMON, S.A., firmó un convenio de colaboración con el «IVIA» -Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias- para el estudio comparativo del riego localizado por gotero enterrado y el riego por goteo superficial en cítricos.

Convenio Irrimón - IVIA

Este convenio de colaboración tiene importancia más allá de la región valenciana, ya que existen resultados científicos publicados sobre irrigación subterránea en cítricos en otros países. El objetivo es comparar la respuesta del cultivo de los cítricos a la fertirrigación por riego por goteo enterrado en relación al riego superficial.

Francisco Legaz Paredes, Dr. en Ciencias Biológicas, investigador del IVIA es el director de los estudios, y Baruch Gornat, Dr. en Relaciones agua-suelo-planta, y consultor de la empresa IRRIMON, S.A. es el supervisor.

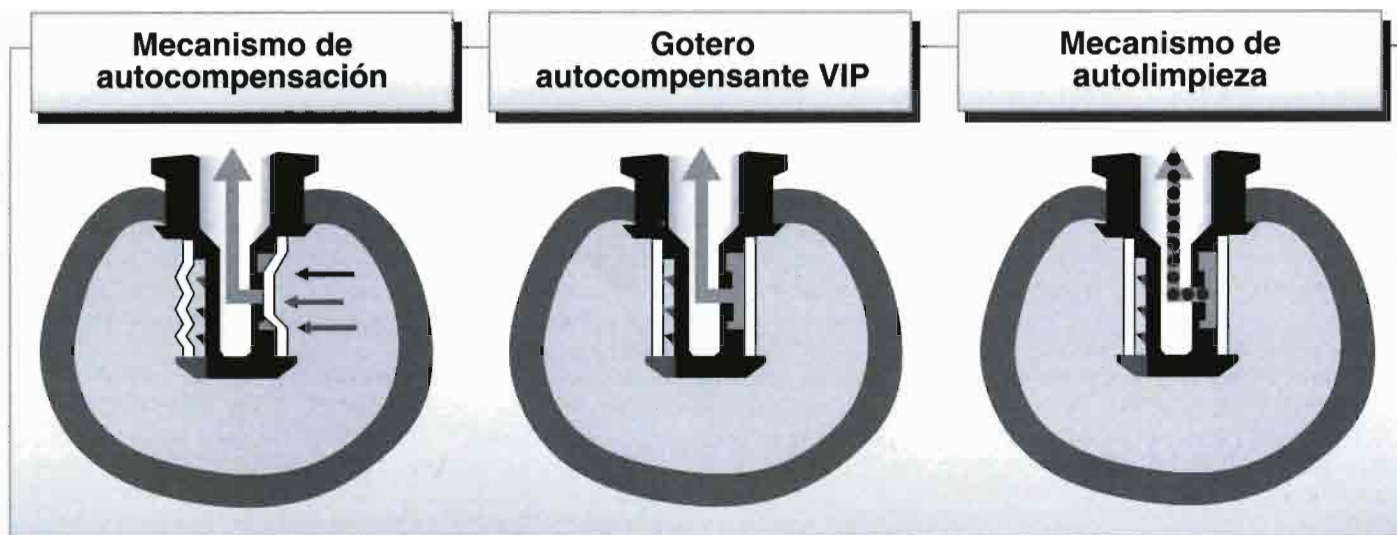


En la imagen superior, detalle en la caja transparente del movimiento del agua según es emitida por el gotero subterráneo VIP. Las líneas muestran el movimiento experimentado por el agua según el tiempo transcurrido de irrigación.

En la fotografía inferior el Dr. Baruch junto con personal del equipo de la firma Irrimón, S. A., durante los ensayos de colocación en campo del sistema VIP con la nueva máquina instaladora.



Figura 2:
Gotero autocompensante y autolimpiante VIP



Bibliografía

- 1.- Goldberg, D. Gornat B., Rimon D.
Drip irrigation principles, design and agricultural practices. Scientific publications Kear Shmaryaha Israel.
- 2.- Ben Asher J. Phene c.j. 1993.
The effect of subsurface drip irrigation on the soil water regime evaporation and transpiration. Proceedings 6th International Conference on Irrigation. Agritec. Israel.
- 3.- Kalma F. D. and G. Stanhill 1972.
The climate of an orange orchard. Physical characteristics and microclimate relationship. Agric. Meteor 10: 185-201.
- 4.- Phene C.J., McCormik R.L., K.R. Davis, J. Piero and D.W. Meek 1989.
A lysimeter feed back system for precise evapotranspiration measurement and irrigation control. Transactions of the asae 32 (2): 477-484.
- 5.- Bar Yosef B., Sagiv B., and T. Markovitch 1989.
Sweet corn response to surface and subsurface trickle phosphorus fertigation agron. J. 81: (443-447).

acumulada no llegue a las raíces.

A pesar de que esta cantidad de sales sea pequeña, existe la necesidad de lavado de suelo para que se mantenga el balance de salinidad a largo plazo.

Efecto de IGS sobre la nutrición y producción

Los cultivos en riego por goteo tienen restringido el volumen de raíces en el suelo y la reserva de agua y nutrientes es pequeña. Para mantener una absorción óptima de nutrientes para la planta, la concentración de nutrientes en la solución del suelo utilizando riego por goteo tiene que ser mayor a la que utilizan otras tecnologías de irrigación.

Según Bar Yosef (5), la concentración de agua y abono fosfórico se mantiene alta y fija en el centro de la zona radicular utilizando IGS. De esta forma, aumenta la concentración del fósforo en la solución del suelo, se estimula la absorción de éste por las raíces y se aumenta la producción (Cuadro 2).

Otras ventajas del riego subterráneo

- 1.- Se mantiene la calidad del equipamiento durante muchos años.
- 2.- Gran ahorro de mano de obra y material.
- 3.- No existe influencia del clima (sol y viento).
- 4.- No se mojan las hojas, por tanto

menor riesgo de contraer enfermedades.

- 5.- Mejor balance de agua y aire en el suelo.
- 6.- El suelo queda limpio de malas hierbas y por tanto se necesitan menos herbicidas.
- 7.- Se cultiva el suelo de una forma más cómoda y no depende de turno de irrigación.
- 8.- Menor compactación del suelo.



Dr. Baruch Gornat